

091830385

BEST AVAILABLE COPY

091830385

PCT/CN 00/00151

证 明

REC'D 05 JUL 2000

WIPO

PCT

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本 4

申 请 日: 99 11 25

申 请 号: 99 1 24113.4

申 请 类 别: 发明专利

发 明 创 造 名 称: 一种多选择相干检测方法

发 明 人 或 设 计 人: 李化加

申 请 人: 深圳市华为技术有限公司



PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

中 华 人 民 共 和 国

国家知识产权局局长

姜颖

2000 年 06 月 16 日

权 利 要 求 书

- 1、一种多选择相干检测方法，其特征在于，该方法包括步骤：
 - a、把信号检测所用长度 L 分为 N_{multicoh} 段，每一段内部进行相干累加，共可以得到 N_{multicoh} 个相干结果，记为 $X_i (i=0 \dots N_{\text{multicoh}}-1)$;
 - b、对这些 N_{multicoh} 个相干结果分别进行各种可能相位调整(记可能调整相位的个数为 P)，调整结果记为 $Y_{ij} (i=0 \dots N_{\text{multicoh}}-1, j=0 \dots P-1)$;
 - c、每个相干结果选择一个调整结果的值进行各种可能的组合;
 - d、然后将这些可能的组合再相干累加，相干累加后，得到 $C=PN_{\text{multicoh}}$ 个相干结果并记为 $Z_t (t=0 \dots C-1)$;
 - e、在 $C=PN_{\text{multicoh}}$ 个相干结果中，选择最优的作为检测结果。
- 2、根据权利要求 1 所述的多选择相干检测方法，其特征在于：所述步骤 a 中的分段为等间距分段或不等间距分段。
- 3、根据权利要求 1 所述的多选择相干检测方法，其特征在于：在所述的步骤 b 的相位调整中，当相位调整个数为 P 时，则分别对信号做 $\varphi=\varphi_0+k*2\pi/p, (k=0 \dots P-1)$ 的相位旋转，其中， φ_0 可以取任何值。
- 4、根据权利要求 1 所述的多选择相干检测方法，其特征在于：所述的步骤 a 中，每一段得到一个相干结果 X_i ，共有 N_{multicoh} 个，又按步骤 b 对每一个相干结果进行 P 个相位调整，又得到总共 $N_{\text{multicoh}}*P$ 个调整相干结果。
- 5、根据权利要求 4 所述的多选择相干检测方法，其特征在于：所述的每一个相干结果对应的 P 个调整相干结果中选取一个，共 N_{multicoh} 个调整相干结果进行相干叠加，得到一个最终相干结果 Z_t ，这样总共有可能的 $C=P^{N_{\text{multicoh}}}$ 个选取方法，就又可以得到 $C=P^{N_{\text{multicoh}}}$ 个最终相干结果 Z_t 。
- 6、根据权利要求 1 所述的多选择相干检测方法，其特征在于：所述的步骤 e 中选择最优的原则可以采用最大值或最大绝对值的方法。
- 7、根据权利要求 5 所述的多选择相干检测方法，其特征在于：所述的最大相干结果个数为 $C=P^{N_{\text{multicoh}}}$ ，并不意味着实际运用必须得到 $C=P^{N_{\text{multicoh}}}$ 个相干结果，视情况采用数量少于 $C=P^{N_{\text{multicoh}}}$ 个相干结果，以减少所需的相干结果个数。

说明书

一种多选择相干检测方法

本发明涉及无线通信的信号检测，更具体地涉及一种多选择相干检测方法。

在无线通信中，由于受到多谱勒频移和系统频偏等因素的影响，接收到的无线通信发射信号在相位上会发生相位旋转甚至翻转，因此，在对信号检测时必须充分考虑到这些因素的影响，否则必然会影响信号检测的性能。

我们假设发射的复信号为 $X(k)(k=0...L-1)$ ，则接收到的信号为：

$$Y(k)=a(k)*X(k)*e^{j\phi(k)}+n(k), \quad (k=0...L-1)$$

其中， $a(k)$ 为通过信道后的衰减因子， $\phi(k)$ 为信号通过信道后的相位旋转角度。 $n(k)$ 为加性噪声。信号的样点数为 L 。

下面为几种现有的信号检测方法：

1、相干信号检测方法，该方法是在 L 长度范围内对信号直接进行相干累加。遵循如下判决变量计算公式：

$$Z_{\text{coherent}} = \left| \sum_{k=0}^L Y(k) * X^*(k) \right|^2$$

$$= \left| \sum_{k=0}^L [a(k) * X(k) * X^*(k) * e^{j\phi(k)}] + n \right|^2$$

其中， $n = \sum_{k=0}^L X^*(k) * n(k)$ ， $X^*(k)$ 是 $X(k)$ 的共轭复信号。

这种检测方法只有在接收信号的相位在 L 长度内变化不大时，才能得到好的检测结果，而接收信号的相位在 L 长度内变化不大在一些通信环境下是很难达到的。

2、非相干检测方法，这种检测方法的基本思想就是把信号分成等间距 N_{noncoh} ($N_{\text{noncoh}} > 1$)段，每一段长度为 $L/N_{\text{noncoh}} = S_{\text{noncoh}}$ ，在 S_{noncoh} 长度内，用相干累加的方法，每一段的相干结果，共 N_{noncoh} 个数据，再进行非相干累加。遵循如下判决变量计算公式：

$$Z(k) = \sum_{m=0}^{N_{\text{noncoh}}} \left| \sum_{k=0}^{S_{\text{noncoh}}} [Y(m \cdot S_{\text{noncoh}} + k) \cdot X^*(m \cdot S_{\text{noncoh}} + k)] \right|^2$$

$$= \sum_{m=0}^{N_{\text{noncoh}}} \left| \sum_{k=0}^{S_{\text{noncoh}}} [a(m \cdot S_{\text{noncoh}} + k) \cdot X(m \cdot S_{\text{noncoh}} + k) \cdot X^*(m \cdot S_{\text{noncoh}} + k) \cdot e^{j\phi(m \cdot S_{\text{noncoh}} + k)}] + n_m(m) \right|^2$$

$$\text{其中, } n_m(m) = \sum_{k=0}^{S_{\text{noncoh}}} [X^*(m \cdot S_{\text{noncoh}} + k) \cdot n(m \cdot S_{\text{noncoh}} + k)].$$

这种检测方法要达到较好性能, 需在 S_{noncoh} 信号长度内接收信号相位基本保持不变。但当接收信号在 L 内 ($L > S_{\text{noncoh}}$) 也能相位基本保持不变, 则此非相干检测方法检测性能损失比抑制相位旋转带来的增益要小, 综合表现为比方法 1 的相干检测方法差。

3、差分检测方法, 该方法的基本思想也是把信号分成等间距 N_{diff} ($N_{\text{diff}} > 1$) 段, 每一段长度为 $L/N_{\text{diff}} = S_{\text{diff}}$, 在 S_{diff} 长度内, 用相干累加的方法, 得到 N_{diff} 个相干累加值, 相邻段的相干结果再进行两两相乘, 共得到 $N_{\text{diff}} - 1$ 个乘积结果, 最后把这 $N_{\text{diff}} - 1$ 个乘积结果进行相加。

该方法遵循如下判决变量计算公式:

$$Z = \sum_{m=0}^{N_{\text{diff}}-1} \text{Re}\{Q(m) \cdot Q^*(m+1)\}$$

$$= \sum_{m=0}^{N_{\text{diff}}-1} \text{Re}\left\{ \sum_{k=0}^{S_{\text{diff}}} [Y(m \cdot S_{\text{diff}} + k) \cdot X^*(m \cdot S_{\text{diff}} + k)] \cdot \sum_{k=0}^{S_{\text{diff}}} [Y^*((m+1) \cdot S_{\text{diff}} + k) \cdot X((m+1) \cdot S_{\text{diff}} + k)] \right\}$$

$$= \sum_{m=0}^{N_{\text{diff}}-1} \text{Re}\left\{ \sum_{k=0}^{S_{\text{diff}}} [a(m \cdot S_{\text{diff}} + k) \cdot X^*(m \cdot S_{\text{diff}} + k) \cdot X^*((m+1) \cdot S_{\text{diff}} + k) \cdot e^{j\phi(m \cdot S_{\text{diff}} + k)}] + n_m(m) \right\}$$

$$+ \left(\sum_{k=0}^{S_{\text{diff}}-1} [a^*((m+1) \cdot S_{\text{diff}} + k) \cdot X((m+1) \cdot S_{\text{diff}} + k) \cdot X^*((m+1) \cdot S_{\text{diff}} + k) \cdot e^{-j\phi((m+1) \cdot S_{\text{diff}} + k)}] + n_m^*(m+1) \right)$$

其中,

$$Q(m) = \sum_{k=0}^{S_{\text{diff}}} [Y(m \cdot S_{\text{diff}} + k) \cdot X^*(m \cdot S_{\text{diff}} + k)];$$

$$n_m(m) = \sum_{k=0}^{S_{\text{diff}}} [n(m \cdot S_{\text{diff}} + k) \cdot X^*(m \cdot S_{\text{diff}} + k)]$$

此差分检测方法同方法 2 一样, 只需在 S_{diff} 内接收信号相位基本保持不变就可满足其应用条件。但此种方法在方法 1 也满足运用条件(在 L 长度内接收信号相位基本保持不变)时而言, 差分检测方法本身的检测性能损失也比抑制相位旋转带来的增益要小, 综合表现为比方法 1 的相干检测方法检测性能差。

4、联合检测方法, 这种方法是上面三种方法的结合, 通过一定的方法检测(或限定)多谱勒频移的大小范围, 在高的多谱勒频移下, 用非相干或差分检测的方法; 在低多谱勒频移下, 用相干检测的方法。这种方法实施起来比较困难, 并且

也还不能得到最佳的检测性能。

综合比较起来，

方法 1 是建立在信号在 L 长度范围内信号相位基本不变的假设基础上的，在低的频偏下(包括多谱勒频移和系统频偏，下同)下，这个条件基本可以满足(视码片速率和信号长度 L ，下同)，可以达到很好的检测效果，但在大的频偏下，这个假设可能并不成立，在 L 长度内，信号相位可能有很大改变甚至发生相位翻转，这就可能导致相干结果互相抵消，从而检测性能急剧下降，以至检测不到信号。

方法 2 的运用条件降低为，信号相位在 S_{noncoh} 长度内($S_{\text{noncoh}} < L$)基本保持不变就可以了，因而，在较高的频偏下，信号相位在 S_{noncoh} 内(注意到 $S_{\text{noncoh}} = L/N_{\text{noncoh}} < L$)还不至于发生很大改变，不会产生方法 1 中发生的性能下降，从在此情况下，性能也比方法 1 的要好，然而，在低的频偏下，方法一也能满足在相干长度 L 内相位基本不变的条件，此时，方法 2 的非相干相比较方法 1 而言，就有一定的性能损失。

方法 3 和方法 2 中所分析的那样，在较高的频偏下，差分检测方法虽可以得到比方法 1 更好的检测性能，但在低的频偏下，也要比方法 1 有一定的性能损失。

方法 4 虽可以得到在各种多谱勒频移下较好的性能，但通过协议限定的方法带来复杂性，用检测的方法需要多谱勒频移估计模块，准确度也难以保证。

为此，本发明的目的是针对上述几种检测方法中存在的问题，提出一种多选择相干检测方法，以降低频偏所引起的相位旋转带来的影响，提高信号检测概率。

为了实现上述目的，本发明的多选择相干检测方法采用如下技术方案：

- a、把信号检测所用长度 L 分为 N_{multicoh} 段，每一段内部进行相干累加，共可以得到 N_{multicoh} 个相干结果，记为 $X_i (i=0 \dots N_{\text{multicoh}}-1)$ ；
- b、对这些 N_{multicoh} 个相干结果分别进行各种可能相位调整(记可能调整相位的个数为 P)，调整结果记为 $Y_{ij} (i=0 \dots N_{\text{multicoh}}-1, j=0 \dots P-1)$ ；
- c、每个相干结果选择一个调整结果的值进行各种可能的组合；
- d、然后将这些可能的组合再相干累加，相干累加后，得到 $C=PN_{\text{multicoh}}$ 个相干结果并记为 $Z_t (t=0 \dots C-1)$ ；
- e、在 $C=PN_{\text{multicoh}}$ 个相干结果中，选择最优的作为检测结果。

由于本发明的方法采用把信号检测所用长度 L 分为 N_{multicoh} 段, 每一段内部进行相干累加, 再对这些 N_{multicoh} 个相干结果分别进行相位调整, 并以每个相干结果选择一个调整结果的值进行各种可能的组合; 然后将这些可能的组合再相干累加, 最后选择最优的作为检测结果。因此, 本发明的方法克服了上述四种方法存在的因系统频偏、相位旋转等所引起检测性能差的缺点。该方法在一定范围内, 抑制了频偏、相位旋转使信号检测性能下降的影响, 提高了信号检测性能和概率。

下面通过附图和实施例, 对本发明的多选择相干检测方法作一详细地说明:

图 1 为宽带码分多址 (WCDMA) 反向接入前缀多选择相干检测结构图。

图 2 为宽带码分多址 (WCDMA) 反向接入前缀检测方法性能比较图。

把信号检测所用长度 L 分为 N_{multicoh} 多相干段, 每一段内部进行相干累加, 共可以得到 N_{multicoh} 个相干结果, 记为 $X_i (i=0 \dots N_{\text{multicoh}}-1)$; 再对这些 N_{multicoh} 个相干结果分别进行各种可能相位调整 (记可能调整相位的个数为 P), 调整结果记为 $Y_{ij} (i=0 \dots N_{\text{multicoh}}-1, j=0 \dots P-1)$; 每个相干结果选择一个调整结果的值进行各种可能的组合; 然后将这些可能的组合再相干累加, 相干累加后, 得到 $C=PN_{\text{multicoh}}$ 个相干结果并记为 $Z_t (t=0 \dots C-1)$; 在 $C=PN_{\text{multicoh}}$ 个相干结果中, 选择最优的作为检测结果。本发明的方法遵循下面判别公式: 设信号等间距分段, 则每段长度为

$$\begin{aligned} S_{\text{multicoh}} &= L / N_{\text{multicoh}}, \\ Z &= \text{OPT} \{ Z_t \} \\ &= \text{OPT} \left\{ \sum_{m=0}^{N_{\text{multicoh}}} \left[\sum_{k=0}^{S_{\text{multicoh}}} (Y(m * S_{\text{multicoh}} + k) * X^*(m * S_{\text{multicoh}} + k)) * e^{j\phi_{t,m}} \right] \right\} \\ &= \text{OPT} \left\{ \sum_{m=0}^{N_{\text{multicoh}}} \left[\sum_{k=0}^{S_{\text{multicoh}}} (a(m * S_{\text{multicoh}} + k) * X(m * S_{\text{multicoh}} + k) \right. \right. \\ &\quad \left. \left. * X^*(m * S_{\text{multicoh}} + k) * e^{j\phi(m * S_{\text{multicoh}} + k)} + n_m(m)) * e^{j\phi_{t,m}} \right] \right\} \\ &= \text{OPT} \left\{ \sum_{k=0}^{S_{\text{multicoh}}} [b(m) * e^{j(\phi_m + \phi_{t,m})}] + n_{t,m}(t) \right\} \end{aligned}$$

其中, $\text{OPT}\{\}$ 为选择最优算子, 意为从一系列值中, 选择最优的值, 另,

$$\begin{aligned} b(m) * e^{j\phi_m} &= \sum_{k=0}^{S_{\text{multicoh}}} (a(m * S_{\text{multicoh}} + k) * X(m * S_{\text{multicoh}} + k) * X^*(m * S_{\text{multicoh}} + k)) * e^{j\phi(m * S_{\text{multicoh}} + k)}, \\ n_m(m) &= \sum_{k=0}^{S_{\text{multicoh}}} X^*(m * S_{\text{multicoh}} + k) * n(k), n_{t,m}(t) = \sum_{m=0}^{N_{\text{multicoh}}} e^{j\phi_{t,m}} * n_m(m) \end{aligned}$$

上述的分段一般为等间距分段, 但视具体情况, 也可不等间距分段。

在步骤 b 的相位调整中, 当相位调整个数为 P 时, 则分别对信号做 $\varphi = \varphi_0 + k \cdot 2\pi/p, (k=0 \cdots P-1)$ 的相位旋转, 其中, φ_0 可以为任何值。

在步骤 a 中, 每一段得到一个相干结果 X_i , 共有 N_{multicoh} 个, 又按步骤 b 对每一个相干结果进行 P 个相位调整, 又得到总共 $N_{\text{multicoh}} \cdot P$ 个调整相干结果。

从上述每一个相干结果对应的 P 个调整相干结果中选取一个, 共 N_{multicoh} 个调整相干结果进行相干叠加, 得到一个最终相干结果 Z_i 。这样总共有可能的 $C = P^{N_{\text{multicoh}}}$ 个选取方法, 就又可以得到 $C = P^{N_{\text{multicoh}}}$ 个最终相干结果 Z_i 。

步骤 e 中选择最优的原则可以采用最大值或最大绝对值的方法。

所述的最大相干结果个数为 $C = P^{N_{\text{multicoh}}}$, 并不意味着实际运用必须得到 $C = P^{N_{\text{multicoh}}}$ 个相干结果, 视情况采用数量少于 $C = P^{N_{\text{multicoh}}}$ 个相干结果的方法, 以减少所需的相干结果个数。

下面我们以宽带码分多址 (WCDMA) 反向接入信道前缀检测作本发明算法的实现再加以描述, 前缀码片长度为 4096chip, 在 3.84Mbps 码片速率及 2GHz 载波频率, 及 WCDMA 协议标准要求的 500km/h 速度下, 在 4096chip 码片范围内完全可能发生信号相位翻转, 若采用前述的方法 1 在此条件下, 必然会导致性能急剧下降 (见图 2 曲线 1)。

我们取 $N_{\text{multicoh}} = 4$, $P = 2$, 则可能的相干结果有 $2^4/2 = 8$ 种 (由于我们最后采用取最大绝对值的方法, 第 1 段数据就可以不需进行相位调整, 从而可以减少一倍所需可能相干结果数), $S_{\text{multicoh}} = 4096/4 = 1024\text{chip}$, 又取此 $P = 2$ 种相位为 0° 和 180° , 则, 可以用乘 1 和 -1 来表示对应的相位调整。

如图 1 所示: 信号在经匹配滤波器输出之后, 我们将其分为 $2^3 = 8$ 条支路, 对应每一支路, 如图 1 进行处理: 数据进行乘以 1 (或 -1) 进行相位调整, 然后进行 1024 码片的延时再累加。其中相位翻转因子 1 或 -1, 每 1024 码片变化一次, 变化规律如该图 1 所示, 共有 $2^3 = 8$ 种。

最后得到 8 路输出, 再对每一路的最大绝对值 $\text{Max}_n (n=1, 2, \dots, 8)$ 进行比较, 其最大值记为 Max , 它对应的那一路 (记为 1) 的相干结果做为最终检测结果输出。

我们对相干、非相干、差分、以及本发明的多选择相干检测方法四种检测方法进行仿真测试, 在 5km/h 到 500km/h 的速度范围内, 仿真条件为:

固定虚警率 (CFAR): 0.001

99.12.05

系统频偏: 0Hz

信道类型: 车载 A 类信道

SNR: 5dB

仿真测试结果表明, 在图 2 中, 横轴为移动速度 (公里/小时), 纵轴为检测概率。差分检测的曲线标号为 2、非相干检测的曲线标号为 3, 显然, 本发明的多选择相干检测方法 (见曲线标号 4) 可以得到比其他三种信号检测算法更具有优越的信号检测性能。

99.12.08

12

说明书附图

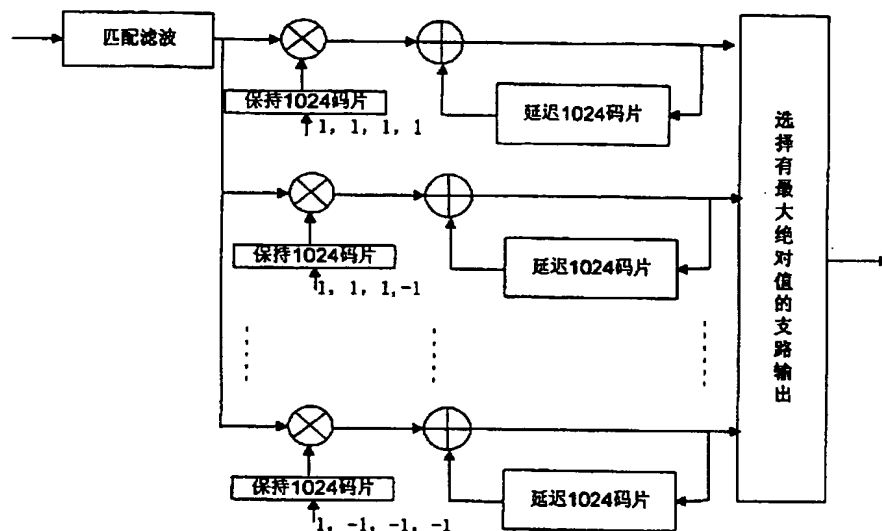


图 1

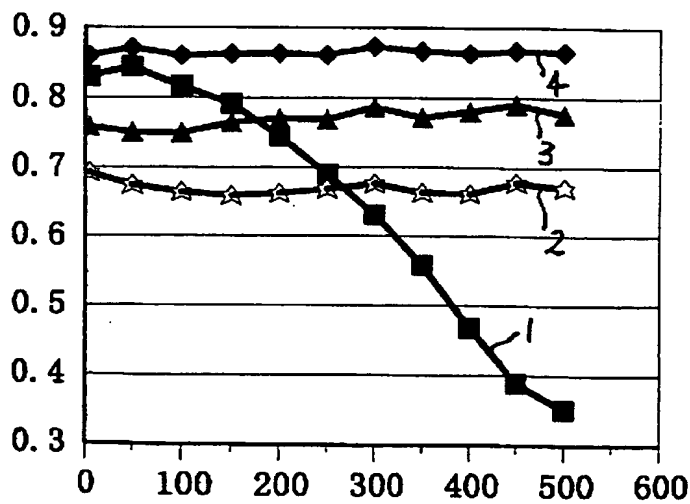


图 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)